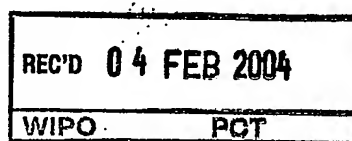




# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE



Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 11 DEC. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

BEST AVAILABLE COPY

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

28 NOV 2002

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0214944

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE

28 NOV. 2002

PAR L'INPI

Vos références pour ce dossier

(facultatif) B 14148.3/JL DD 2354

☒ NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

BREVATOME

3, rue du Docteur Lancereux

75008 PARIS

422-5 S/002

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

☒ NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☒

Demande de certificat d'utilité

☐

Demande divisionnaire

☐

*Demande de brevet initiale*  
*ou demande de certificat d'utilité initiale*

N°

Date

N°

Date

Transformation d'une demande de  
brevet européen *Demande de brevet initiale*

☐

N°

Date

☒ TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

MICRO-COMMUTATEUR ELECTROSTATIQUE POUR COMPOSANTS A FAIBLE TENSION  
D'ACTIONNEMENT.

☒ DÉCLARATION DE PRIORITÉ  
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE  
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE  
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

☒ DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ Personne morale

☐ Personne physique

Nom  
ou dénomination sociale

COMMISSARIAT A L' ENERGIE ATOMIQUE

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Etablissement de caractère Scientifique, Technique et Industriel

31-33 rue de la Fédération

Domicile,  
ou  
siège

Rue

Code postal et ville

Pays

75157 PARIS 15ème

FRANCE

Nationalité

FRANCAISE

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif) 0

Adresse électronique (facultatif)

☐ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

28 NOV 2002

LIEU


75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0214944

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 210502

<b>5 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>		
Nom	LEHU	
Prénom	Jean	
Cabinet ou Société	BREVATOME 422.5/S002	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	7068 du 12.06.98	
Adresse	Rue	3, rue du Docteur Lancereaux
	Code postal et ville	75 00 18 / PARIS
	Pays	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)	01 53 83 94 00	
N° de télécopie (facultatif)	01 45 63 83 33	
Adresse électronique (facultatif)	brevets.patents@brevaalex.com	
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>
J. LEHU 		

MICRO-COMMUTATEUR ELECTROSTATIQUE POUR COMPOSANTS A  
FAIBLE TENSION D'ACTIONNEMENT

DESCRIPTION

5    DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un micro-commutateur électrostatique à grande fiabilité de fonctionnement et adapté aux composants à faible tension d'actionnement. Sous le terme de micro-commutateur, on inclut les  
10 micro-relais, les actionneurs de type MEMS (pour "Micro-Electro-Mechanical-System) et les actionneurs haute fréquence.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

15            L'article "RF MEMS from a device perspective" de J. Jason Yao, paru dans J. Micromech. Microeng. 10(2000), pages R9 à R38, récapitule les progrès récents accomplis dans le domaine des MEMS pour des applications haute fréquence.

20            Les composants haute fréquence ou RF pour la téléphonie mobile se voient imposer le cahier des charges suivants :

- tension d'alimentation inférieure à 5 V,
- isolation supérieure à 30 dB,
- 25            - perte d'insertion inférieure à 0,3 dB,
- fiabilité pour un nombre de cycles supérieur à  $10^9$ ,
- dimensions inférieures à  $0,05 \text{ mm}^2$ .

Les micro-commutateurs sont très largement  
30 utilisés dans le domaine des communications : dans le

roulage des signaux, les réseaux d'accord d'impédances, l'ajustage de gain d'amplificateurs, etc... En ce qui concerne les bandes de fréquences des signaux à commuter, ces fréquences sont comprises entre quelques  
5 MHz et plusieurs dizaines de GHz.

Classiquement, pour ces circuits RF, on utilise des commutateurs issus de la micro-électronique, qui permettent une intégration avec l'électronique des circuits et qui ont un faible coût  
10 de fabrication. En termes de performances, ces composants sont par contre assez limités. Ainsi, des commutateurs de type FET en silicium peuvent commuter des signaux de forte puissance à basse fréquence mais pas à haute fréquence. Les commutateurs de type MESFET  
15 en GaAs ou les diodes PIN fonctionnent bien à haute fréquence mais uniquement pour des signaux de faibles niveaux. Enfin, d'une manière générale, au delà de 1 GHz, tous ces commutateurs micro-électroniques présentent une perte d'insertion importante  
20 (classiquement autour de 1 à 2 dB) à l'état passant et une isolation assez faible à l'état ouvert (-20 à -25 dB). Le remplacement de composants conventionnels par des micro-commutateurs MEMS est par conséquent prometteur pour ce type d'application.

25 De par leur conception et leur principe de fonctionnement, les commutateurs MEMS présentent les caractéristiques suivantes :

- faibles pertes d'insertion (typiquement inférieures à 0,3 dB),
- 30 - isolation importante du MHz au millimétrique (typiquement supérieure à -30 dB),

- faible consommation,
- pas de non-linéarité de réponse.

On distingue deux types de contact pour ces micro-commutateurs MEMS.

5 L'un de ces types de contact est le commutateur à contact ohmique décrit dans l'article "RF MEMS from a device perspective" de J. Jason Yao cité ci-dessus et dans l'article "A Surface Micromachined Miniature Switch For Telecommunications Applications  
10 with Signal Frequencies From DC up to 4 GHz" de J. Jason Yao et M. Franck Chang, paru dans la revue Transducers'95, Eurosensors IX, pages 384 à 387. Dans ce type de contact, les deux pistes RF sont mises en contact par un court-circuit (contact métal-métal). Ce  
15 type de contact est adapté aussi bien pour les signaux continus que pour les signaux haute fréquence (supérieure à 10 GHz).

L'autre type de contact est le commutateur capacitif décrit dans l'article "RF MEMS From a device  
20 perspective" de J. Jason Yao cité ci-dessus et dans l'article "Finite Ground Coplanar Waveguide Shunt MEMS Switches for Switched Line Phase Shifters" de George E. Ponchak et al., paru dans 30th European Microwave Conference, Paris 2000, pages 252 à 254. Dans ce type  
25 de contact, une couche d'air est ajustée de manière électromécanique pour obtenir une variation de capacité entre l'état fermé et l'état ouvert. Ce type de contact est particulièrement bien adapté aux hautes fréquences (supérieures à 10 GHz) mais inadéquat aux basses  
30 fréquences.

Dans l'état de l'art, on distingue deux grand principes d'actionnement pour les commutateurs MEMS : les commutateurs à actionnement thermique et les commutateurs à actionnement électrostatique.

5 Les commutateurs à actionnement thermique présentent l'avantage d'une faible tension d'actionnement. Par contre, ils présentent les inconvénients suivants : consommation excessive (surtout dans le cas d'applications en téléphonie  
10 mobile), vitesse de commutation faible (à cause de l'inertie thermique) et technologie souvent lourde.

Les commutateurs à actionnement électrostatique présentent les avantages d'une vitesse de commutation rapide et d'une technologie généralement  
15 simple. Par contre, ils présentent l'inconvénient dû à des problèmes de fiabilité. Ce point est particulièrement sensible dans le cas de micro-commutateurs électrostatiques à faible tension d'actionnement (possibilité d'un collage des  
20 structures). En effet, à cause de la configuration des micro-commutateurs à actionnement électrostatiques de l'état de l'art, le dimensionnement de ce type de composant pour avoir une tension d'actionnement faible (inférieure à 10 V, voire inférieure à 5 V) implique  
25 nécessairement :

- soit une diminution de la raideur mécanique du composant et on observe alors une forte sensibilité du commutateur aux accélérations et aux  
30 chocs, ce qui est un problème pour les téléphones mobiles,

- soit une augmentation de la surface des électrodes d'actionnement, ce qui induit alors nécessairement une augmentation de l'amortissement et donc un accroissement du temps de commutation,

5                   - soit un compromis entre ces deux paramètres.

Enfin, quelle que soit l'option choisie, il en résulte une diminution sensible de la fiabilité du micro-commutateur du fait d'un risque accru de collage  
10 de la structure.

#### EXPOSÉ DE L'INVENTION

Pour pallier aux inconvénients de l'art antérieur, il est proposé selon la présente invention  
15 un micro-commutateur qui se distingue de l'état de l'art par son mode de fonctionnement et sa conception. Il possède en effet deux jeux distincts d'électrodes d'actionnement et utilise un mode d'actionnement en deux temps qui lui permet de concilier à la fois une  
20 faible tension d'actionnement et un temps de commutation faible tout en conservant une raideur mécanique du micro-commutateur en fonctionnement élevée.

L'invention a donc pour objet un micro-  
25 commutateur électrostatique destiné à raccorder électriquement au moins deux pistes électriquement conductrices disposées sur un support, le raccord électrique entre les deux pistes conductrices se faisant au moyen d'un plot de contact prévu sur des  
30 moyens déformables en matériau isolant et aptes à se déformer par rapport au support sous l'action d'une

force électrostatique générée par des électrodes de commande, le plot de contact réalisant le raccord électrique des extrémités des deux pistes conductrices lorsque les moyens déformables sont suffisamment déformés, caractérisé en ce que les électrodes de commande sont réparties sur les moyens déformables et le support en deux jeux d'électrodes, un premier jeu d'électrodes destiné à la génération d'une première force électrostatique pour amorcer la déformation des moyens déformables, un deuxième jeu d'électrodes destiné à la génération d'une deuxième force électrostatique pour poursuivre la déformation des moyens déformables de façon que le plot de contact raccorde électriquement les extrémités des deux pistes conductrices.

Les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables peuvent être disposées sur ceux-ci de façon que les moyens déformables sont interposés entre elles et les électrodes de commande réparties sur le support.

Selon une variante de réalisation, les électrodes de commande réparties sur le support comprennent deux électrodes qui sont chacune une électrode commune pour le premier jeu d'électrodes et pour le deuxième jeu d'électrodes.

Les moyens déformables peuvent comprendre une poutre encastrée à ses deux extrémités ou une poutre en porte-à-faux. Dans ce cas, les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables peuvent comprendre des électrodes de l'un des deux jeux d'électrodes disposées sur des parties annexes

rattachées à la poutre et agencées de chaque côté de la poutre. Dans ce cas aussi, les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables peuvent comprendre des électrodes de l'autre des deux jeux d'électrodes  
 5 disposées sur la poutre et agencées de chaque côté du plot de contact.

#### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise et d'autres  
 10 avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue de dessus d'un  
 15 micro-commutateur électrostatique selon la présente invention,

- la figure 2 est une vue en coupe selon l'axe II-II de la figure 1,

- la figure 3 est une vue en coupe selon  
 20 l'axe III-III de la figure 1,

- les figures 4 et 5 sont des vues explicatives du fonctionnement du micro-commutateur de l'invention, correspondant à la figure 2,

- les figures 6A à 6G sont des vues en  
 25 coupe illustrant un procédé de réalisation d'un micro-commutateur selon la présente invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION DE  
L'INVENTION

La figure 1 est une vue de dessus d'un micro-commutateur électrostatique selon la présente invention.

Le micro-commutateur est réalisé à la surface d'un substrat isolant. La surface est pourvue d'un évidement 1 délimité par des bords 2, 12, 22 et 32 le surplombant. Une poutre 3 est formée au-dessus de l'évidement 1 en ayant une première extrémité solidaire du bord 22 et une deuxième extrémité solidaire du bord 32. Il s'agit donc d'une poutre encastrée à ses deux extrémités.

La poutre 3 est pourvue de deux parties annexes ou ailettes 13 et 23 situées au même niveau que la poutre 3. Les ailettes 13 et 23 sont situées de part et d'autre de la poutre 3. Elles sont rattachées à la poutre par une partie rétrécie centrale. Elles sont rattachées aux bords 2 et 12 par des parties rétrécies latérales.

Les pistes électriquement conductrices à raccorder sont référencées 4 et 5. Elles possèdent des extrémités, respectivement 14 et 15, disposées sous la poutre 3 et alignées selon l'axe longitudinal de la poutre 3, en se faisant face.

Le fond de l'évidement 1 supporte deux électrodes inférieures 101 et 102 pouvant être respectivement connectées électriquement par les plots de contact 111 et 112. Les électrodes 101 et 102 sont disposées symétriquement par rapport à l'axe longitudinal de la poutre 3. L'électrode 101 se trouve

en regard d'une première partie latérale de la poutre 3 et en regard de l'ailette 13. L'électrode 102 se trouve en regard d'une deuxième partie latérale de la poutre 3 et en regard de l'ailette 23.

5                    La poutre 3 supporte plusieurs conducteurs électriques : un plot de contact 6 et deux électrodes 7 et 8. Le plot de contact 6 est situé le long de l'axe longitudinal de la poutre 3 et s'étend jusqu'au-dessus des extrémités 14 et 15 des pistes conductrices 4 et 5.  
10 Le plot de contact 6 dépasse de la face inférieure de la poutre 3 ou affleuve au niveau de cette face inférieure de façon à pouvoir relier électriquement les extrémités 14 et 15 si la poutre 3 est suffisamment déformée.

15                    Les électrodes 7 et 8 sont situées sur la face de la poutre 3 opposée à l'évidement. Chacune est située sur une partie latérale de la poutre de façon que l'électrode 7 soit située en regard de la partie correspondante de l'électrode inférieure 101 et que  
20 l'électrode 8 soit située en regard de la partie correspondante de l'électrode inférieure 102. Les électrodes 7 et 8 peuvent être respectivement connectées électriquement par les plots de contact 17 et 18.

25                    L'ailette 13 supporte sur sa face supérieure, c'est-à-dire la face opposée à l'évidement, une électrode 33 pouvant être connectée électriquement par un plot de contact 43. L'électrode 33 se trouve en regard d'une partie de l'électrode inférieure 101. De  
30 même, l'ailette 23 supporte sur sa face supérieure une électrode 53 pouvant être connectée électriquement par

un plot de contact 63. L'électrode 53 se trouve en regard d'une partie de l'électrode inférieure 102.

La figure 2 est une vue en coupe selon l'axe II-II de la figure 1 et la figure 3 est une vue en coupe selon l'axe III-III de la figure 1. Ces figures montrent l'état non défléchi de la poutre 3 en l'absence de potentiels appliqués sur les électrodes.

Les figures 4 et 5 sont des vues explicatives du fonctionnement du micro-commutateur. Ces vues correspondent à la section représentée à la figure 2.

Une tension  $V_1$  est d'abord appliquée sur le premier jeu d'électrodes constitué par les électrodes 33 et 53 d'une part et par les électrodes 101 et 102 d'autre part. La tension  $V_1$ , tension d'amorçage de la déformation, est choisie pour venir plaquer le centre de la poutre sur les électrodes inférieures 101 et 102 comme le montre la figure 4. Dans le cas d'une poutre en porte-à-faux ou cantilever, ce premier jeu d'électrodes aurait pour fonction de plaquer l'extrémité de la poutre sur les électrodes inférieures.

L'application de la tension  $V_1$  au premier jeu d'électrodes place le micro-commutateur en fonctionnement mais à l'état non commuté. Ce déplacement de la poutre n'étant activé que pour amorcer le commutateur (par exemple à la mise en route d'un téléphone portable), l'amortissement amené par la grande surface de ces électrodes n'a aucune conséquence sur le temps de commutation de l'interrupteur en fonctionnement.

Ce premier jeu d'électrodes présente une surface suffisante pour permettre la mise en butée de la poutre pour une tension inférieure à 10 V, voire inférieure à 5V.

5            Une tension V2 est ensuite appliquée sur le deuxième jeu d'électrodes constitué par les électrodes 7 et 8 d'une part et par les électrodes 101 et 102 d'autre part. La tension V2, tension de commutation, est choisie pour déformer la poutre 3 jusqu'à la mise  
10 en contact des extrémités 14 et 15 à connecter avec le plot de contact 6 de la poutre comme le montre la figure 5. La proximité des électrodes en regard du deuxième jeu d'électrodes, due à la flexion de la poutre lors de l'amorçage de la déformation, permet  
15 d'actionner le micro-commutateur avec une faible tension tout en conservant une raideur de poutre élevée.

La disposition et le nombre des électrodes peuvent être variables. Une ou plusieurs électrodes  
20 peuvent être constitutives de la poutre.

La déformation de la poutre sous l'effet d'une tension d'amorçage permet de diminuer très fortement la tension de maintien de la poutre déformée lors de la commutation.

25            L'invention procure une grande stabilité et une grande fiabilité du micro-commutateur en fonctionnement. Ceci est dû à la raideur mécanique importante du micro-commutateur en fonctionnement, c'est-à-dire après l'amorçage de la déformation. Il en  
30 résulte une très faible sensibilité aux chocs et aux accélérations lors du fonctionnement, ainsi qu'aux

effets possibles de piégeage de charges dans la couche diélectrique.

Le temps de commutation est réduit, étant donné le faible déplacement de la poutre entre la position non commutée et la position commutée (déplacement d'air limité donc amortissement limité).

L'isolation haute fréquence est optimisée à cause de l'éloignement important des deux pistes à connecter.

Un autre avantage de l'invention consiste dans la fabrication de ce micro-commutateur selon une technique compatible avec la technique de fabrication des circuits intégrés.

En termes de performance, le dispositif de l'invention se distingue des micro-commutateurs de l'art antérieur par les caractéristiques suivantes. La tension d'actionnement est faible tout en conservant une faible sensibilité aux accélérations, une grande fiabilité de fonctionnement, un temps de commutation et de relaxation mécanique faible.

Le mode de fonctionnement en deux étapes distingue aussi le dispositif selon l'invention des micro-commutateurs de l'art antérieur. La phase d'amorçage de la déformation est effectuée avec une tension d'actionnement faible et sans contrainte forte sur le temps de réponse, le risque de collage électrostatique et la sensibilité aux accélérations. La phase de commutation est effectuée à faible tension d'actionnement répondant aux critères de faible sensibilité aux accélérations, de faible sensibilité

aux risques de collage électrostatique et de faible temps de commutation.

Les figures 6A à 6G sont des vues en coupe illustrant un procédé de réalisation d'un micro-commutateur selon l'invention.

La figure 6A montre un substrat de silicium 70 recouvert d'un dépôt d'oxyde de silicium 71 qui a subi une opération de lithogravure afin de définir un encastrément. Le dépôt d'oxyde peut avoir 2  $\mu\text{m}$  d'épaisseur et la profondeur de la gravure peut être de 1,7  $\mu\text{m}$ . La gravure a défini un évidement 72 et des logements pour plots de contact d'électrodes et pistes conductrices dont un, le logement 73 est visible.

Un dépôt métallique est ensuite effectué sur la structure gravée. Il peut s'agir d'un bicouche comprenant une couche d'accrochage en Cr de 0,05  $\mu\text{m}$  d'épaisseur et une couche d'or de 0,9  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. On réalise une lithographie de la couche métallique présente dans l'évidement et dans les logements de plots pour définir les pistes à connecter et les électrodes d'amorçage et de commutation inférieures. Le métal non protégé est gravé pour obtenir la structure représentée à la figure 6B. Sur cette figure, la référence 74 représente un plot de contact d'une électrode de commande inférieure, les références 75 et 76 représentent les extrémités des pistes conductrices à connecter, la référence 77 représente une électrode de commande inférieure.

La figure 6C montre qu'une couche sacrificielle 78, par exemple en polyimide, a été

déposé sur la structure et planarisée jusqu'au sommet de la couche d'oxyde 71.

La figure 6D montre qu'une couche de matériau diélectrique 79 a été déposée sur la structure afin de constituer la poutre. Il peut s'agir d'une couche de  $\text{Si}_3\text{N}_4$  de  $0,5 \mu\text{m}$  d'épaisseur. Une ouverture 80 est pratiquée, par lithogravure, dans la couche 79 pour définir l'emplacement du plot de contact du micro-commutateur au niveau des extrémités de pistes 75 et 76.

Un dépôt métallique est ensuite réalisé sur la structure. Il peut s'agir d'une couche d'or de  $0,5 \mu\text{m}$  d'épaisseur. Une lithographie de cette couche est effectuée pour définir le plot de contact des pistes conductrices et les électrodes d'amorçage et de commutation supérieures. La gravure de cette couche permet d'obtenir ces éléments conducteurs. La figure 6E montre le plot de contact 81, un plot de contact 82 des électrodes d'amorçage (non représentées), une électrode de commutation 83 et un plot de contact 84 d'une électrode de commutation.

La couche 79 est ensuite traitée par lithogravure pour définir la poutre 85 avec arrêt de la gravure sur la couche sacrificielle 78 (voir la figure 6F).

La couche sacrificielle est ensuite éliminée par gravure sèche, par exemple du type plasma d'oxygène. On obtient la structure représentée à la figure 6G.

## REVENDICATIONS

1 - Micro-commutateur électrostatique destiné à raccorder électriquement au moins deux pistes  
5 électriquement conductrices (4,5) disposées sur un support, le raccord électrique entre les deux pistes conductrices (4,5) se faisant au moyen d'un plot de contact (6) prévu sur des moyens déformables (3) en matériau isolant et aptes à se déformer par rapport au  
10 support, sous l'action d'une force électrostatique générée par des électrodes de commande, le plot de contact (6) réalisant le raccord électrique des extrémités (14,15) des deux pistes conductrices (4,5) lorsque les moyens déformables sont suffisamment  
15 déformés, caractérisé en ce que les électrodes de commande sont réparties sur les moyens déformables et le support en deux jeux d'électrodes, un premier jeu d'électrodes (101, 102, 33, 53) destiné à la génération d'une première force électrostatique pour amorcer la  
20 déformation des moyens déformables (3), un deuxième jeu d'électrodes (101, 102, 7, 8) destiné à la génération d'une deuxième force électrostatique pour poursuivre la déformation des moyens déformables (3) de façon que le plot de contact (6) raccorde électriquement les  
25 extrémités (14, 15) des deux pistes conductrices.

2 - Micro-commutateur électrostatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes de commande (7, 8, 33, 53) réparties sur les  
30 moyens déformables (3) sont disposées sur ceux-ci de façon que les moyens déformables sont interposés entre

elles et les électrodes de commande (101, 102) réparties sur le support.

3 - Micro-commutateur électrostatique selon  
5 la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes de commande réparties sur le support comprennent deux électrodes (101, 102) qui sont chacune une électrode commune pour le premier jeu d'électrodes et pour le deuxième jeu d'électrodes.

10

4 - Micro-commutateur électrostatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens déformables (3) comprennent une poutre encastrée à ses deux extrémités ou une poutre en porte-à-faux.

15

5 - Micro-commutateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables comprennent des électrodes (33, 53) de l'un des deux  
20 jeux d'électrodes disposées sur des parties annexes (13, 23) rattachées à la poutre (3) et agencées de chaque côté de la poutre.

6 - Micro-commutateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables comprennent des électrodes (7, 8) de l'autre des deux  
25 jeux d'électrodes disposées sur la poutre (3) et agencées de chaque côté du plot de contact (6).

30

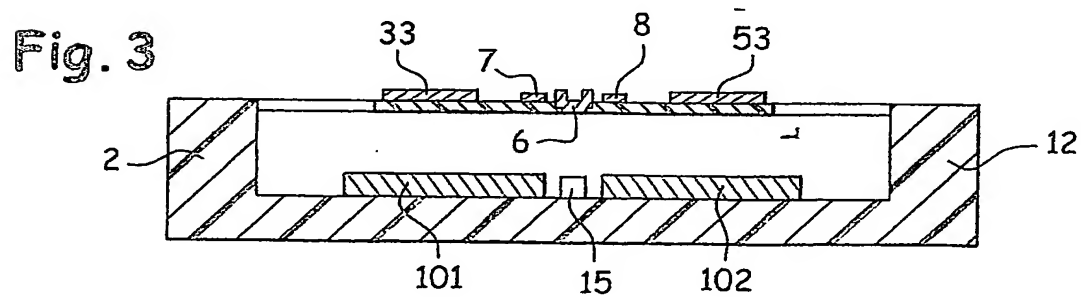
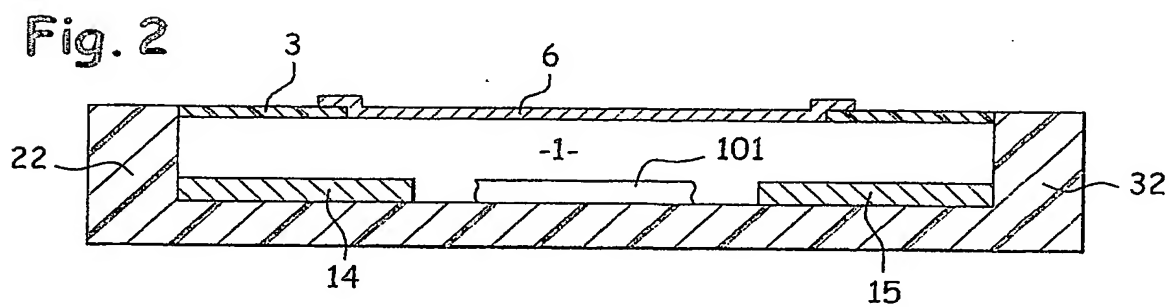
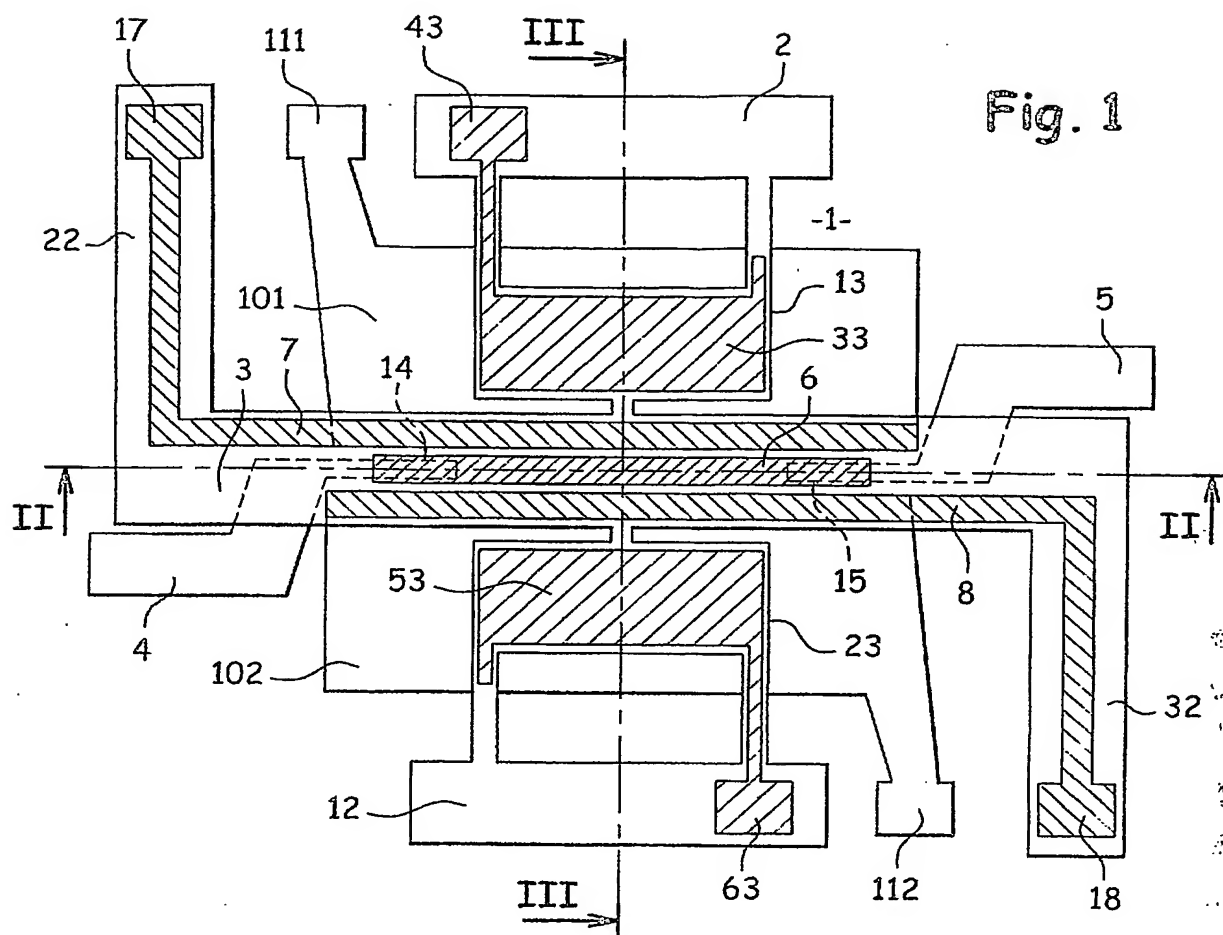


Fig. 4

2 / 3

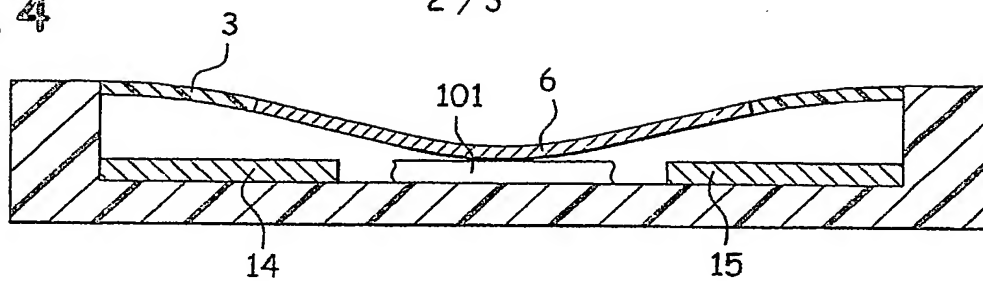


Fig. 5

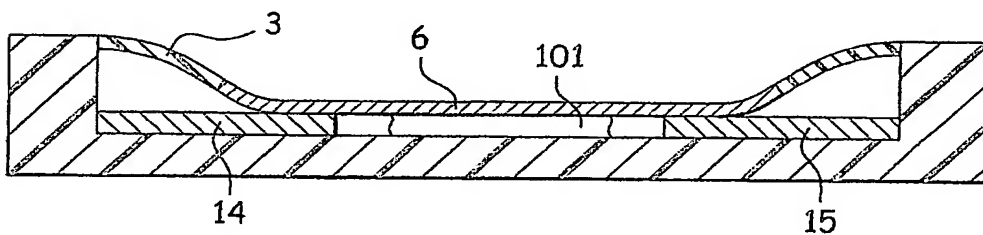


Fig. 6A

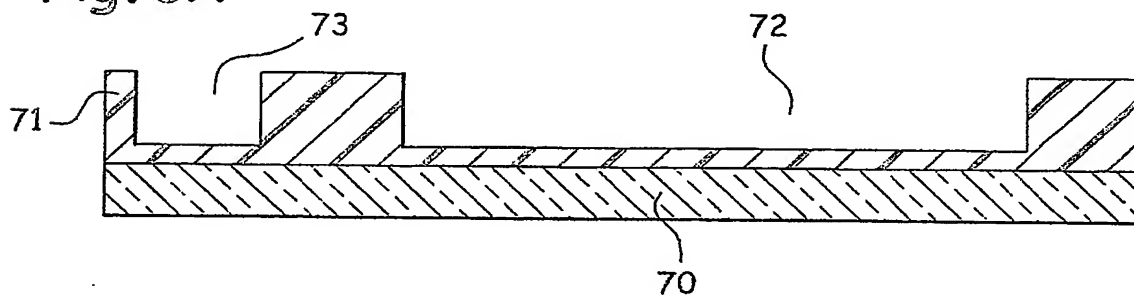


Fig. 6B

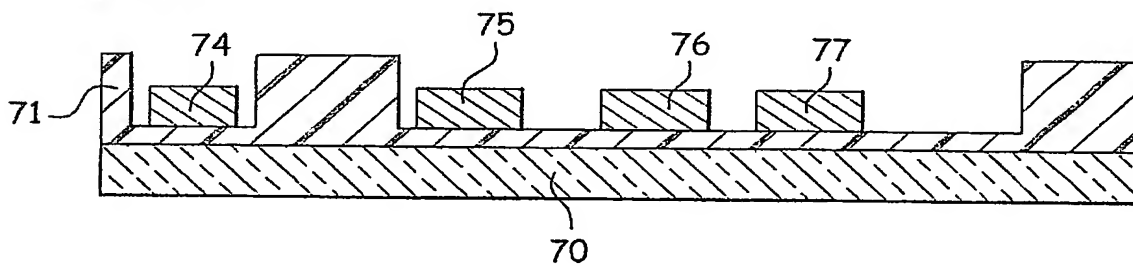


Fig. 6C

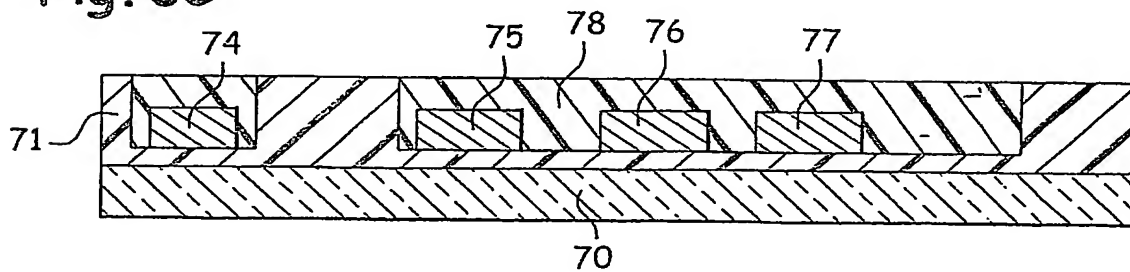


Fig. 6D

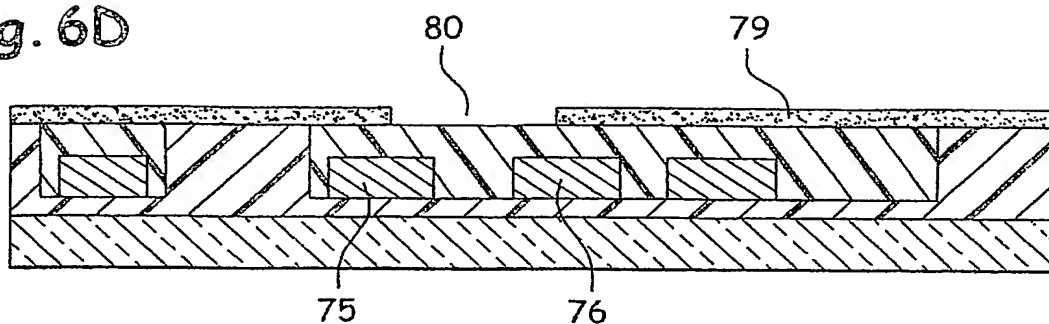


Fig. 6E

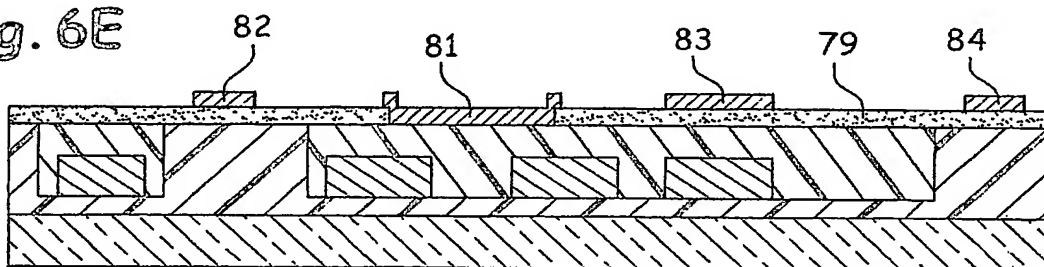


Fig. 6F

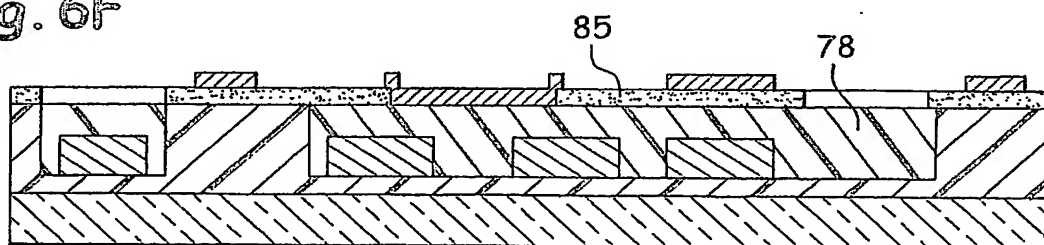
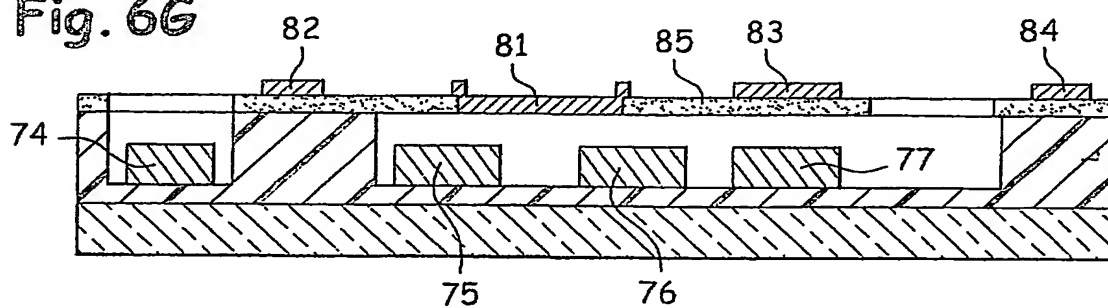


Fig. 6G



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1../1..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et  
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		B14148.3/JL DD2354
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		02.14944 DU 28.11.2002
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)		
MICRO-COMMUTATEUR ELECTROSTATIQUE POUR COMPOSANTS A FAIBLE TENSION D'ACTIONNEMENT.		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31-33 rue de la Fédération 75752 PARIS		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Nom	ROBERT
	Prénoms	Philippe
Adresse	Rue	9 rue Louis Vidal
	Code postal et ville	3 8 1 0 0 GRENOBLE
Société d'appartenance (facultatif)		
<input type="checkbox"/>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
<input type="checkbox"/>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		
PARIS LE 12 DECEMBRE 2002 J.LEHU		

PCT Application  
**PCT/FR2003/050138**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**